

Commission des Communautés européennes

FACILITÉ ACP-UE POUR L'ENERGIE

ACTIONS DANS LES PAYS ACP

CONTRAT DE SUBVENTION

Projet : 9 ACP RPR 49 # 31

**Biomasse énergie pour la réduction de la pauvreté par l'électrification rurale décentralisée
à Madagascar (Bioenergelec)**

Rapport de mission réalisée du 11 au 18 mai 2014

Appui à la mise en œuvre du Plan Simple de Gestion du VOI de Bedoa

**En vue de l'approvisionnement en biomasse ligneuse de la centrale à vapeur
thermoélectrique de la commune de Manerinerina (Boeny).**



Photo 1 : La centrale thermo-électrique biomasse vapeur et son stock de bois à Manerinerina le 13 mai 2014

Régis Peltier (Cirad)

Et Norbert Razafindrianilana (Fofifa)

4 juin 2014

Attributaire et responsable de la mise en œuvre

CIRAD, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

Campus international de Baillarguet TA 10/B, 34398 Montpellier cedex 5, France

Sommaire

1. Résumé opérationnel	3
2. Introduction	6
2.1 Objectif	6
2.2 Programme de la mission d'octobre 2013	7
2.3 Personnes rencontrées	7
3. Déroulement de la mission	8
3.1 Visite Centrale et discussions Casielec	8
3.2 Visites et réunions au VOI Lovasoa de Bedoa	9
3.3 Visite à la Mairie de Manerinerina	12
3.4 Rencontre avec le Chef de Cantonnement de Tsaramandroso	12
3.5 Discussions à la DREF de Mahajanga	13
4. Autres points	14
5. Annexes	15
5.1 Annexe 1 : Termes de références de la mission	15
5.2 Annexe 2 : Premier draft d'un article de l'ouvrage de synthèse Hazavana	18
5.3 Annexe 3 : Sujet de stage « Mise au point d'une méthode simplifiée de martelage et d'inventaire d'exploitation forestière, en vue de l'alimentation en bois-énergie d'une centrale électrique à biomasse »	25
5.4 Annexe 4 : Schéma du dispositif d'alimentation de la chaudière en balle de riz	28
	28

1. Résumé opérationnel

La mission de courte durée (6 jours effectifs) a tout d'abord consisté à répondre aux TdR (Voir Annexe 1) légèrement modifiés en raison de la panne de la centrale qui devrait être réparée au cours du mois d'août 2014 par une équipe de techniciens brésiliens. En vue de vérifier la possibilité de trouver la biomasse nécessaire pour assurer l'approvisionnement de la centrale de Manerinerina à partir d'août 2014, il a été décidé de faire une mission de terrain sur le VOI de Bedoa, afin de vérifier l'état actuel de la ressource bois et pour rencontrer les responsables du VOI, de la Commune, du Cantonnement des Eaux et Forêts de Tsaramandroso et du Service Régional des E&F à Mahajanga.

Au niveau de la centrale, il a été noté un stock d'environ 25 stères, à peine suffisant pour huit à dix jours d'approvisionnement mais Casielec ne veut plus acheter le bois coupé par les bûcherons avant un redémarrage effectif de la centrale : nous avons demandé au technicien de contacter le directeur à Tana pour le convaincre d'acheter au moins ce qui a déjà été coupé et qui a séché en brousse (environ 30 stères supplémentaires) afin de ne pas décourager les bûcherons et de pouvoir lancer la machine et de faire les essais dès l'arrivée des pièces de rechange et des techniciens (le démarrage d'une chaudière froide consomme beaucoup de bois). Dès que la centrale aura démarré et fonctionnera en régime de croisière, il faudra d'autre part que Casielec constitue un stock, si possible de deux cents stères de bois sur l'aire de stockage de la centrale, afin d'utiliser toujours du bois ayant au moins deux mois de séchage, condition indispensable pour obtenir une bonne combustion et une bonne montée en pression de la vapeur. Pour les bois de plus de quinze cm de diamètre, fin bout, il sera souhaitable de les fendre pour accélérer le séchage et faciliter l'enfournage.

Sur cette centrale, même si cela n'entre pas directement dans nos TdR, nous avons proposé les améliorations suivantes : clôture de la zone de stockage du bois, protection du puits contre l'effondrement par un mur de soutènement, construction d'un plan-incliné pour alimenter la centrale en combustibles volatils (balle de riz, etc.) via la soufflerie latérale du four, ainsi que d'un avant-toit pour protéger cette alimentation. Le technicien souhaiterait ne travailler qu'avec du bois, mais nous lui avons clairement dit que cela était impossible par insuffisance de la ressource et qu'il fallait s'organiser pour utiliser également d'autres sources d'énergie, à savoir les déchets agricoles (balle de riz, rafle de maïs, etc.).

Sur la parcelle en exploitation du VOI de Bedoa, il a été constaté qu'un quart des arbres exploitables sur l'assiette de coupe déjà délimitée était déjà coupé, pour un total de 85 stères (y compris les 30 stères non débités et débardés). De ce fait, on peut estimer la possibilité de récolte complémentaire sur cette parcelle à environ 250 stères. Ceci correspond aux besoins estimés de la centrale pendant environ trois mois. Lorsque la centrale aura redémarré, il faudra délimiter un nouveau permis pour la fin d'année 2014.

Sur la zone réservée à l'exploitation de bois pour la centrale, au-delà de la colline de Marololo (zone d'Ambatomananono), nous avons constaté des coupes anarchiques et plusieurs meules de carbonisation dues à la difficulté pour les gardes du VOI de faire respecter la loi, dans les premiers mois qui ont suivi la période de transition gouvernementale. Si cette exploitation anarchique devait se poursuivre, il serait certain que l'approvisionnement de la centrale serait très difficile, à partir de 2016, lorsque la zone située avant la colline (zone d'Antongomena) aura été exploitée.

Au niveau du bureau du VOI, le Président a rappelé la tenue d'une réunion le 17 avril 2014, à Manerinerina, réunissant les représentants du VOI, de l'ONG Partage (Serge), de la Mairie, des E&F, de la gendarmerie et des autorités villageoises (fokontany), portant sur l'exploitation illégale. Aux termes de cette réunion, il a été décidé que les exploitants illégaux pourraient être arrêtés par la gendarmerie et recevoir une amende de 150.000 Ariary (50.000 Ar pour le VOI et 100.000 Ar pour la commune et les Polisin'ala. Mais cette décision n'a pas été appliquée jusqu'à présent. Au cours de la réunion du VOI du 14 mai 2014, réunie à notre demande, la majorité des présents se sont exprimés en faveur de l'application de cette amende à quelques charbonniers illégaux de la zone réservée à la centrale, afin d'effrayer les autres contrevenants. Le président a également

réitéré sa demande d'avoir un appui plus affirmé du chef de Cantonnement des E&F pour lutter contre les coupes illicites.

Les bûcherons qui ont vendu récemment du bois à la centrale se disent maintenant satisfaits du prix de 17.000 Ar/stère livré à la centrale, y compris transport (10.000 Ar/st), taxes (1700 Ar/st) et part du VOI (300 Ar/st). Au départ, le bois était livré au dépôt de Madirofolo (environ à mi-chemin, de l'assiette de coupe à la centrale) au prix de 7000 Ar, dont 5000 Ar pour les bûcherons, 1700 Ar pour la redevance et 300 Ar pour le VOI. Ce prix était jugé trop bas par les bûcherons qui ont refusé de poursuivre les livraisons. Ceci a motivé le VOI pour revendiquer cette nouvelle proposition. A ce prix devenu intéressant, certains bûcherons et/ou membres du VOI possédant des charrettes se sont portés volontaires pour acheminer les produits directement à la centrale. Les bûcherons qui n'ont pas de charrettes négocient le prix du transport entre 8000 et 10.000 Ar aux charretiers. Ce coût de transport (10.000 Ar/st) semble élevé puisqu'il est supérieur au coût du bois sur parterre de coupe, mais le gérant de la centrale dit qu'il n'a pas d'objection à ce propos, vu qu'il avait déjà opéré à ce même prix, pour cette même distance, avec des transporteurs utilisant des véhicules type 404 bâché. Le souci sera lorsque la zone de coupe s'éloignera et que le prix de ce transport augmentera.

Le président du VOI est d'accord pour payer les taxes déjà collectées sur les 29 stères livrés à Casielec.

Pour délimiter la prochaine parcelle de coupe à partir d'août (le permis actuel se termine fin juillet 2014), nous avons demandé aux bûcherons s'ils accepteraient de faire un marquage d'exploitation. Après établissement d'un tarif de cubage très simple par un stagiaire (stères = $f(\text{diamètre})$), il y aurait un inventaire en virée, au cours duquel les tiges exploitables seraient mesurées et marquées. Chaque soir, le volume serait calculé sur une table très simple. L'inventaire-martelage, se poursuivrait jusqu'à obtenir le volume souhaité. Ensuite, la parcelle serait levée au GPS avec le Chef de Cantonnement. Outre le fait d'avoir la quasi-certitude d'avoir le volume nécessaire, un avantage serait que le marquage des arbres pourrait effrayer les délinquants. Les bûcherons approuvent la démarche. Le sujet de stage sera rédigé par les auteurs du présent rapport.

Au niveau de la commune, le 1^{er} adjoint au Maire a également insisté sur la nécessité de lutter contre l'exploitation illégale. Il nous a assuré de l'appui de la commune qui a été désignée comme une « Vitrine » au niveau régional, pour l'environnement et la gestion durable. Il souhaite un redémarrage rapide de la centrale pour remotiver les exploitants de bois et pour renforcer la bonne image de Manerinerina.

A Mahajanga, nous avons rencontré Mme Fanja, Chef de Service Régional des Forêts du Boeny, qui nous a confirmé que la taxe sur les stères était bien de 1700 Ariary par stère, comme indiqué sur le permis de coupe. Notre proposition faite sur le rapport de 2013, de taxer le stère de bois à 1250 Ar/stère, n'a donc pas été retenue. Nous le regrettons mais nous en prenons acte. Nous lui avons parlé des coupes illicites à Bedoa et elle a promis de mobiliser ses agents pour les faire cesser. Nous lui avons parlé de la situation confuse qui prévaut entre la DREF et le VOI Lovasoa, du fait que celui-ci n'a plus de permis de coupe depuis 2001, ni d'assiette de coupe délimitée. De ce fait, il est difficile de reprocher aux charbonniers de couper n'importe où. Mme Fanja répond que la faute revient au VOI qui doit une somme correspondant à la taxe de 2000 petits sacs de charbon, à 440 Ar/sac, soit 880.000 Ar. Nous lui répondons que le Président s'était engagé à faire payer 6.100 Ar à 148 charbonniers, mais que seuls 23 avaient déjà versé la somme au niveau du VOI. De ce fait, le président était pris entre la DREF qui le menaçait, les charbonniers qui ne voulaient pas payer et ceux qui avaient payés et voulaient qu'on leur rende l'argent, ne voulant pas être les seuls à payer. Nous avons conseillé à Mme Fanja de distinguer, d'une part, le problème du permis charbon, pour lequel nous lui avons recommandé de négocier avec le président ou avec les commerçants et de trouver une solution pragmatique pour récupérer une partie de l'argent, puis pour accorder un permis légal qui permettrait aux autres de payer leur dû, arriéré et futur. D'autre part, La DREF pourra encaisser les taxes sur les 29 stères de bois de feu déjà livrés, que le président du VOI s'est engagé à payer fin mai. Mme Fanja a dit que le comportement actuel du VOI Lovasoa laisse présager quelque chose de louche car, auparavant, ce VOI se présentait comme étant le modèle des transferts de gestion érigés dans la région. Depuis 2012, il n'arrive plus à s'acquitter de ses redevances comme convenu dans le contrat. Elle a dit que l'affaire concernant les 2000 sacs de charbon pourrait être transférée au service de

contentieux de la DREF de Mahajanga, étant donné que le président du VOI n'a pas pu honorer ses dus malgré la lettre d'engagement qu'il a signée. Le permis du VOI Lovasoa est déjà établi, la DREF n'attend que le paiement de ses dettes avant l'octroi de cette autorisation de coupe. Toutefois, elle est favorable à un compromis pour sortir de l'impasse. Enfin, elle nous a recommandé de commencer à repérer, avec l'aide de la commune, des zones possibles de coupe de *Ziziphus*, en dehors du VOI Lovasoa, soit dans d'autres VOI, soit en zone hors VOI ; elle a précisé qu'il est possible d'obtenir des permis dans ces zones. Ce pourrait être une solution de secours, si le VOI Lovasoa se trouve pillé de sa ressource.

A l'occasion de notre passage à Tsaramandroso, nous avons rencontré Roger, Chef de Cantonnement des E&F, chargé du contrôle de la zone de Manerinerina. Nous lui avons fait part des informations ci-dessus. Il s'engage à appuyer le VOI Lovasoa pour la lutte contre l'exploitation illégale et attend le paiement de la taxe sur les 29 stères livrés à la centrale. Pour les taxes sur le charbon, il attend les instructions de Mme Fanja. Il est d'accord pour participer à une nouvelle délimitation de permis, si nécessaire, en août ou septembre. Il dit de le prévoir à l'avance, pour suivre la démarche administrative.

En outre, un projet d'article de l'ouvrage de synthèse Hazavana a été rédigé, intitulé « Approvisionnement en biomasse ligneuse d'une centrale ERD à partir d'un massif à *Ziziphus mauritiana* : problèmes et questions en suspens ».

Enfin, un avant-projet de stage a été proposé, intitulé « Mise au point d'une méthode simplifiée de martelage et d'inventaire d'exploitation forestière, en vue de l'alimentation en bois-énergie d'une centrale électrique à biomasse ».

2. Introduction

2.1 Objectif

Les schémas communaux d'approvisionnement en biomasse ligneuse pour les centrales à vapeur des cinq communes retenues en 2010 (Befeta, Didy, Ifarantsa, Mahaditra et Manerinerina) ont été approuvés. Les bâtiments des centrales de Didy et de Manerinerina sont construits. Les foyers, chaudières et moteurs de la centrale de Manerinerina sont livrés mais une panne est survenue lors des essais fin avril 2014. Il faut donc se préoccuper de l'organisation et du démarrage des premières coupes de bois. A Didy, l'essentiel du bois proviendra de plantations d'eucalyptus privées ou communales et de déchets de sciage. Par contre, à Manerinerina, le bois sera récolté dans des formations naturelles envahies par *Ziziphus mauritiana*, une espèce considérée par la plupart des spécialistes comme exotique et envahissante. Il s'agit donc de déterminer le bon taux de prélèvement pour en contrôler l'invasion, tout en favorisant les espèces locales et en approvisionnant durablement la centrale en bois-énergie. Dans ce but, le stage de Pierre Lépinay a été encadré en 2012 pour préciser certains paramètres de stock de biomasse, de croissance et de productivité de l'espèce sur le VOI de Bedoa qui aura le monopole d'approvisionnement de la centrale en bois. En 2013, il a été décidé de présenter l'essentiel de ces résultats au cours du colloque régional sur le contrôle et l'utilisation des espèces exotiques envahissantes des îles du sud-ouest de l'océan indien qui a eu lieu à l'Université des Sciences d'Antananarivo, du 9 au 10 octobre 2013, d'en discuter les résultats avec les scientifiques présents, puis d'effectuer une mission de terrain afin de contribuer à faire avancer l'obtention du premier permis de coupe du VOI de Bedoa qui a été accordé par la DREF de Mahajanga au début 2014.

En mai 2014, la présente mission a pour but de prévoir l'approvisionnement durable de la centrale pour les mois et les années à venir (**Voir TdR en Annexe 1**).



2.2 Programme de la mission d'octobre 2013

	mai 2014	Régis Peltier, Norbert Razafindrianilana	Partage
D	11	Vol Montpellier-Tana Peltier	
L	12	Trajet Tana-Manerinerina Visite centrale	Roger
M	13	Manerinerina, Bedoa Visite forêt, réunion commune	Roger
M	14	Manerinerina et route vers Mahajanga	Roger
J	15	Mahajanga, réunion DREF	
V	16	Mahajanga- Tana	
S	17	Tana-Ivato, réunion avec équipe bio-énergie Cirad-Fofifa	
D	18	Vol Tana-Montpellier pour Peltier Pour Norbert, accueil équipe bio- énergie à Manerinerina	Roger
L	19	Pour Norbert, retour sur Tana	

2.3 Personnes rencontrées

Cirad : + Pierre Montagne, chef de projet Bioenergelec

+ François Pinta,

+ Gilles Vaitilingom

+ Remy Marchal

Fofifa : + Norbert Razafindrianilana, chercheur sylviculture

(tel : 033 02 233 67, courriel : razafindrianilanorbert@gmail.com)

+ Daniel Andriambolanoro, géographe (courriel : andriambolanorodaniel@yahoo.fr)

+ Meva Irma Ramanjehimanana, assistante Bioenergelec (meva@cirad.mg)

Partage : + Roger Rafanomezantso, animateur Manerinerina (tel : 034 21 637 92)

Service des Forêts :

+ Mme Fanja Rakotoarisetra, Chef de Service Régional des Forêts du Boeny, à Mahajanga
(tel : 034 05 621 05)

+ M. Roger, Chef de Cantonnement de Tsaramandroso (tel : 033 09 514 58)

Mairie et VOI Manerinerina :

+ M. Solonirina Ravelomanana, 1er Adjoint au Maire (tel 033 01 101 53)

+ M. Bezoma, Président VOI (tel : 033 17 734 93)

3. Déroulement de la mission

3.1 Visite Centrale et discussions Casielec

La centrale est actuellement en panne et doit être réparée au cours du mois d'août 2014 par une équipe de techniciens brésiliens. Il faut noter que cette panne est liée à la première mise en route en mars avec du bois insuffisamment sec qui n'a pas permis d'atteindre la pression de vapeur souhaitable et à un mauvais montage électrique qui a entraîné un fonctionnement inverse de la pompe à huile du moteur à vapeur.

Au niveau de la centrale, il a été noté un stock d'environ 25 stères (**Photo 1**, en page de titre), à peine suffisant pour huit à dix jours d'approvisionnement mais Casielec ne veut plus acheter le bois coupé par les bûcherons avant un redémarrage effectif de la centrale : nous avons demandé au technicien de contacter le directeur (Casimir) à Tana pour le convaincre d'acheter au moins ce qui a déjà été coupé et qui a séché en brousse (environ 30 stères supplémentaires) afin de ne pas décourager les bûcherons. Cela permettra également de pouvoir lancer la machine et de faire les essais, dès l'arrivée des pièces de rechange et des techniciens (le démarrage d'une chaudière froide consomme beaucoup de bois). Dès que la centrale aura démarré et fonctionnera en régime de croisière, il faudra d'autre part que Casielec constitue un stock d'au moins deux cents stères de bois sur l'aire de stockage de la centrale, afin d'utiliser toujours du bois ayant au moins deux mois de séchage, condition indispensable pour obtenir une bonne combustion et une bonne montée en pression de la vapeur. Il faut noter que l'achat d'un tel stock au prix de 17.000 ar/st, constitue pour Casielec un investissement et une immobilisation importants de 3,4 millions d'ariary (plus de 1000€). Pour les bois de plus de quinze cm de diamètre, fin bout, il sera souhaitable de les fendre pour accélérer le séchage et faciliter l'enfournement (**Photo 2**).

Nous n'avons pas trouvé de données fiables sur le séchage du bois de *Ziziphus* en milieu tropical. Si on se réfère à la littérature classique concernant le bois de feuillus durs en Europe, pour des stères laissés à l'air libre, on constate que le Pouvoir Calorifique à l'air libre, dit Inférieur (PCI) du bois, passe d'environ 2.500 kcal/kg à l'état vert, à 3.500 kcal/kg, à 20% d'humidité. Ce taux considéré comme idéal dans ces conditions de séchage, est atteint en 1,5 an lorsque le bois est fendu et en deux ans, pour du bois en rondin. Cependant, en milieu tropical, en plein soleil et sur un sol nu surchauffé, comme on le voit en Photo 5, la durée de séchage est évidemment beaucoup plus courte que dans une forêt de Lorraine ! En se référant aux savoirs locaux, une durée de séchage de 2 mois semble un bon compromis, à condition de fendre les rondins de plus de quinze cm de diamètre, fin bout.



Photo 2, à gauche : Exemple de billons trop gros pour être enfournés et qu'il faudrait refendre.

Photo 3, à droite : l'entonnoir d'alimentation, mal commode d'accès et situé sous les gouttières du toit.

Sur cette centrale, même si cela n'entre pas directement dans nos TdR, nous avons proposé les améliorations suivantes : clôture de la zone de stockage du bois, protection du puits contre l'effondrement par un mur de soutènement, construction d'un plan-incliné pour alimenter la centrale en combustibles volatils (balle de riz, etc.) via la soufflerie latérale du four (**Voir Annexe 4**), ainsi que d'un avant-toit pour protéger cette alimentation de l'eau de pluie qui tombe directement du toit de la centrale sur l'entonnoir d'alimentation (**Photo 3**). La construction d'une trémie pour verser les sacs de balle de riz et alimenter en continu régulé l'entonnoir d'alimentation serait souhaitable. Au cours de la visite, nous avons aussi proposé d'essayer d'utiliser les brisures de charbon pour activer le feu, lorsque nécessaire, par cette même voie, mais F. Pinta nous a signalé que cela serait dangereux pour la chaudière, le charbon brûlant à une trop haute température ; c'est pourquoi cette option a été abandonnée. Le technicien Casielec souhaiterait ne travailler qu'avec du bois, mais nous lui avons clairement dit que cela était impossible par insuffisance de la ressource et qu'il fallait s'organiser pour utiliser également d'autres sources d'énergie, à savoir les déchets agricoles (balle de riz, rafle de maïs, etc.).

3.2 Visites et réunions au VOI Lovasoa de Bedoa

Sur la parcelle en exploitation du VOI de Bedoa, il a été constaté qu'un quart des arbres exploitables sur l'assiette de coupe déjà délimitée était déjà coupé, pour un total de 85 stères (y compris les 30 stères non débités et débardés (**Photo 4**)). De ce fait, on peut estimer la possibilité de récolte complémentaire sur cette parcelle à environ 250 stères. Ceci correspond aux besoins estimés de la centrale pendant environ trois mois. Lorsque la centrale aura redémarré, il faudra délimiter un nouveau permis pour la période de fin d'année 2014.



Photo 4, à gauche : Exemple de billons de Ziziphus, en attente d'achat et de transport vers la centrale

Photo 5, à droite : Une meule de carbonisation sur la zone réservée à l'exploitation de bois pour la centrale.

Sur la zone réservée à l'exploitation de bois pour la centrale, au-delà de la colline de Marololo (zone d'Ambatomananono), nous avons constaté des coupes anarchiques et plusieurs meules de carbonisation (**Photo 5**) dues à la difficulté pour les gardes du VOI de faire respecter la loi, dans les premiers mois qui suivent la période de transition. Si cette exploitation anarchique devait se poursuivre, il serait certain que l'approvisionnement de la centrale serait très difficile, à partir de 2016, lorsque la zone située avant la colline (zone d'Antongomena) aura été exploitée. Nous avons profité de l'observation d'une meule pour constater l'assez grande quantité de petites brisures de charbon de bois (de 5 à 30 mm de côté) restant sur l'emplacement de la meule, après enlèvement du

charbon de taille commerciale qui pourrait être un jour valorisées par tamisage, puis fabrication de briquettes (**Photo 6**).



Photo 6 : Brisures de charbon de bois abandonnées sur l'emplacement d'une meule

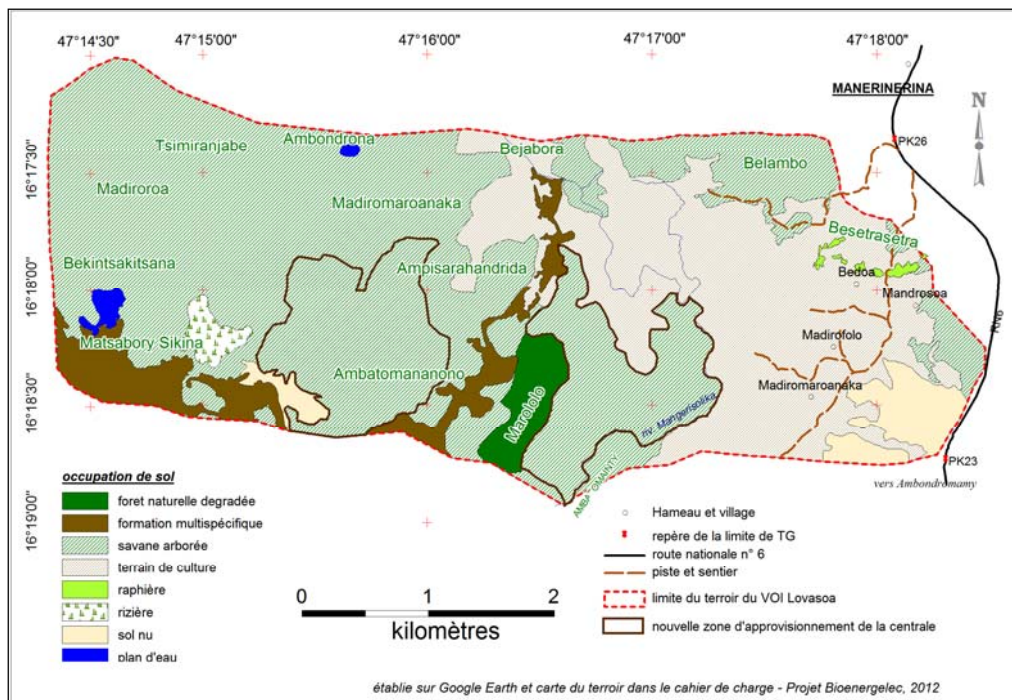


Figure 1 : Zonage du terroir du VOI Lovasoa délimitant la zone d'approvisionnement de la centrale en biomasse

Au niveau du bureau du VOI, le Président a rappelé la tenue d'une réunion le 17 avril 2014, à Manerinerina, réunissant les représentants du VOI, de l'ONG Partage (Serge), de la Mairie, des E&F, de la gendarmerie et des autorités villageoises (fokontany), portant sur l'exploitation illégale. Aux termes de cette réunion, il a été décidé que les exploitants illégaux pourraient être arrêtés par la gendarmerie et recevoir une amende de 150.000 Ariary (50.000 Ar pour le VOI et 100.000 Ar pour la gendarmerie, la commune et les polisin'ala) (**Photo 7**). Mais cette décision n'a pas été appliquée jusqu'à présent. Au cours de la réunion du VOI du 14 mai 2014 (**Photo 8**), réunie à notre demande, la majorité des présents se sont exprimés en faveur de l'application de cette amende à quelques charbonniers illégaux de la zone réservée à la centrale, afin d'effrayer les autres contrevenants. Le

président a également réitéré sa demande d'avoir un appui plus affirmé du chef de Cantonnement des E&F pour lutter contre les coupes illicites.



Photo 7, à gauche : Décision de répression de l'exploitation illégale, suite à la réunion du 17/04/2014



Photo 8, à droite : Réunion du VOI du 14/05/2014, en présence des membres de la mission

Ceux qui ont déjà vendu du bois à la centrale se disent satisfait du prix de 17.000 Ar/stère livré à la centrale, y compris le transport (10.000 ar/st) et les taxes (1700 Ar/st) et la part du VOI. Le coût du transport est justifié par le prix du transport, le bûcheron le négociant entre 8000 et 10.000 Ar aux charretiers. Le souci sera lorsque la zone de coupe s'éloignera et que le prix de ce transport augmentera. Au cours de la réunion, nous avons évoqué la possibilité de ramassage des débris de charbon dans le cas où Casielec les aurait achetés à un prix intéressant, les membres du VOI estimant que ce pourrait être un travail intéressant pour les femmes et qu'une petite meule pourrait produire au moins deux sacs de brisures, par tamisage. Cependant, cette option ayant été abandonnée, il ne sera pas donné de suite. Le président est d'accord pour payer les taxes déjà collectées sur les 29 stères livrés à Casielec et consignés dans le cahier de suivi (**Voir Photo 9**).

N°	DATY	TOMPON'NY VOKATRA "ANARANA"	HABETSA HANY	JY LAISSEZ-PASSER	OBSERVATIONS
01	Volana Aprily 2014	Mavoyama Rantankambelena Justin	11 m ³ 24 m ³	00126 00126	
02	Volana May 2014	Rantankambelena Justin Claude	11 m ³ 03 m ³	00127 01117	

NATURE	ESSENCE	DIMENSIONS	NOMBRE DE PIECES DE SACS (1)	VOLUMEN MILLIER STERE (1)	OBSERVATIONS
<p>LAISSEZ-PASSER N° - EXTRAIT DU CARNET N°</p> <p>Date de délivrance 18/04/14 Valable jusqu'au 19/04/14</p> <p>Permis ou convention d'exploitation N° 25/14 HAT FORT D'ILE-ROSE-ROSE Date de notification 30/04/14 Date d'expiration 30/07/14</p> <p>Lot forestier sis à FORT D'ILE-ROSE-ROSE Titulaire VOI LOVASON</p> <p>L'exploitant (l'exploitant ou son représentant) Nom et Prénoms avec adresse VOI LOVASON à Bodoi FRT Bujoroana II</p> <p>Produits transportés : bois de chauffe</p>					
<p>Véhicule marque : Sanyo Type N° d'immatriculation</p> <p>Transporteur : Conducteur du véhicule, nom et prénoms : Mankamanga - Dora</p> <p>Départ lieu : Harile Date : 18/04/14</p> <p>Destinataire des produits (Nom et prénoms avec adresse) : CASIELEC - Haranorogona</p> <p>Tout transport de nuit est strictement interdit.</p> <p>Le présent LAISSEZ-PASSER n'est valable que pour un seul voyage et un seul véhicule</p> <p>A retourner après utilisation à la Circoscription des Eaux et Forêts de Harile au plus tard le 18/04/14</p> <p>VISA AU DEPART : Agente forestier chargé du contrôle des signatures, nom et prénoms avec grade et fonction</p> <p>VISA D'ARRIVÉE : Agente forestier chargé du contrôle des signatures, nom et prénoms avec grade et fonction</p>					

Photo 9 : à gauche carnet de suivi des exploitations et à droite, laissez-passer.

Pour délimiter la prochaine parcelle de coupe en septembre 2014, nous avons demandé aux bûcherons s'ils accepteraient de faire un marquage d'exploitation. Après établissement d'un tarif de cubage très simple par un stagiaire (stères = $f(\text{diamètre})$), il y aurait un inventaire en virée, au cours duquel les tiges exploitables seraient mesurées et marquées. Chaque soir, le volume serait calculé sur une table très simple. L'inventaire-martelage, se poursuivrait jusqu'à obtenir le volume souhaité. Ensuite, la parcelle serait levée au GPS avec le Chef de Cantonnement. Outre le fait d'avoir la quasi-certitude d'avoir le volume nécessaire, un avantage serait que le marquage des arbres pourrait effrayer les délinquants. Les bûcherons approuvent la démarche. Le sujet de stage sera rédigé par les auteurs du présent rapport (**Voir Annexe 3**).

3.3 Visite à la Mairie de Manerinerina

Au niveau de la commune, le 1^{er} adjoint au Maire, en charge des problèmes d'environnement (M. Solonirina Ravelomanana, tel : 033 01 101 53) a également insisté sur la nécessité de motiver le Chef de Cantonnement des E&F qu'il voit rarement. Il nous a assuré de l'appui de la commune qui a été désignée comme une « Vitrine » au niveau régional, pour l'environnement et la gestion durable. Il estime que le démarrage de la centrale renforcera la bonne image de Manerinerina.

Avant de quitter Manerinerina, Norbert Razafindrianilana a eu l'occasion de rencontrer le maire de la commune. Sachant le compte rendu de notre entretien avec Mme Fanja à Mahajanga, il a exprimé son inquiétude vis-à-vis du VOI Lovasoa de Bedoa. Effectivement, selon lui, cette association s'affichait auparavant comme étant l'exemplaire que l'on avait tant souhaité en termes d'organisation paysanne et de planification rurale, mais ces derniers temps, un laisser-aller général s'est laissé percevoir dans la gestion communautaire. L'illégalité et la corruption sont devenues monnaies courantes. M. le Maire a émis son point de vue d'une remise à l'ordre impérative du contrat de TG octroyé au VOI Lovasoa, pouvant aller jusqu'à la résiliation du contrat de TG ou au changement du comité de gestion, ou tout simplement à la révision de ce contrat, quitte à ne confier à ce VOI que la production charbonnière uniquement. Concernant l'approvisionnement de la centrale, il a exprimé son regret concernant l'attitude des transporteurs qui, malgré les frais qu'il juge déjà trop cher, arrivent toujours à marmonner que 10.000 Ar ne représentent pas la vérité des prix et que ce montant mérite encore un réajustement. M. le Maire a même parlé d'un projet vert qu'il est en train de monter avec GIZ-PGME, lequel projet pourrait éventuellement appuyer le transport des bûches de bois approvisionnant la centrale de Manerinerina. Pour lui, la prévision d'un autre fournisseur de bois est plus que souhaitable, que ce soit d'autres VOI ou d'autres producteurs des zones hors VOI, mais toujours dans la zone relevant de son ressort. Ceci pourrait créer et constituer une sorte de compétitivité dans cette affaire d'approvisionnement de la centrale, qui, sans aucune mesure prise, ne cesse de présenter des problèmes.

3.4 Rencontre avec le Chef de Cantonnement de Tsaramandroso

A l'occasion de notre passage à Tsaramandroso, nous avons rencontré le Chef de Cantonnement des E&F (Roger, tel : 033 09 514 58), chargé du contrôle de la zone de Manerinerina. Nous lui avons fait part des informations ci-dessus. Il s'engage à appuyer le VOI Lovasoa pour la lutte contre l'exploitation illégale et attend le paiement de la taxe sur les 29 stères livrés à la centrale. Pour les

taxes sur le charbon, il attend les instructions de Mme Fanja. Il est d'accord pour participer à une nouvelle délimitation de permis, si nécessaire, à partir du mois d'août (le permis actuel se termine fin juillet 2014). Il dit de le prévoir à l'avance, pour suivre la démarche administrative

3.5 Discussions à la DREF de Mahajanga

A Mahajanga, nous avons rencontré Mme Fanja, Chef de Service Régional des Forêts du Boeny, qui nous a confirmé que la taxe sur les stères était bien de 1700 Ariary par stère, comme indiqué sur le permis de coupe. Notre proposition faite sur le rapport de 2013, de taxer le stère de bois à 1250 Ar/stère, n'a donc pas été retenue. Nous le regrettons mais nous en prenons acte. Nous lui avons parlé des coupes illicites à Bedoa et elle a promis de mobiliser ses agents pour les faire cesser. Nous lui avons parlé de la situation confuse qui prévaut entre la DREF et le VOI Lovasoa, du fait que celui-ci n'a plus de permis de coupe depuis 2001, ni d'assiette de coupe délimitée. De ce fait, il est difficile de reprocher aux charbonniers de couper n'importe où. Mme Fanja répond que la faute revient au VOI qui doit une somme correspondant à la taxe de 2000 petits sacs de charbon, à 440 Ar/sac, soit 880.000 Ar. Nous lui répondons que le Président s'était engagé à faire payer 6.100 Ar à 148 charbonniers, mais que seuls 23 avaient déjà versé la somme au niveau du VOI. De ce fait, le président était pris entre la DREF qui le menaçait, les charbonniers qui ne voulaient pas payer et ceux qui avaient payés et voulaient qu'on leur rende l'argent, ne voulant pas être les seuls à payer. Nous avons conseillé à Mme Fanja de distinguer, d'une part, le problème du permis charbon, pour lequel nous lui avons recommandé de négocier avec le président ou avec les commerçants et de trouver une solution pragmatique pour récupérer une partie de l'argent, puis pour accorder un permis légal qui permettrait aux autres de payer leur dû, arriéré et futur ; et, d'autre part, les taxes sur les 29 stères de bois de feu déjà livrés, que le président s'est engagé à payer fin mai et pour lesquels il a déjà obtenus les Laissez-Passer 126 et 127 (**Voir Photo 9**). Mme Fanja a dit qu'elle allait en parler à Mme la DREF, absente, mais qu'elle était favorable à la démarche pour sortir de l'impasse. Enfin, elle nous a recommandé de commencer à repérer, avec l'aide de la commune, des zones possibles de coupe de *Ziziphus*, en dehors du VOI Lovasoa, soit dans d'autres VOI, soit en zone hors VOI ; elle a précisé qu'il est possible d'obtenir des permis dans ces zones. Ce pourrait être une solution de secours, si le VOI Lovasoa se trouve pillé de sa ressource, mais cela obligerait à recommencer un lourd travail avec de nouveaux groupes, difficile en fin de projet.

Après le départ de l'expert Régis PELTIER, une enquête informelle a été menée par l'agent Fofifa à propos de la taxe non payée de 880.000 Ar. D'après des témoignages recueillis à Manerinerina, il y avait deux collecteurs qui ont fait des commandes auprès des charbonniers de Lovasoa. C'était deux femmes qui, selon ces dires, ont des accords avec les agents forestiers de Tsaramandroso. Les 2000 sacs produits illicitement ont été surpris avant l'embarquement par une descente pour contrôle inopiné du service forestier et de la gendarmerie dans la commune de Manerinerina et le long de la RN6. Si les 2000 sacs ont dû faire l'objet de saisie, on les a assimilés à des produits licites imposables pour sauver la face des compromis vis-à-vis des polices judiciaires... et on a fait porter le chapeau au VOI, à travers des charbonniers ayant participé à la production. On a dû forcer les bûcherons (148) à payer la redevance qui était en fait une pénalisation dont le montant a été calculé sur la base des taxes à prélever sur les sacs de charbon produits. 23 personnes ont payé chacune 6100 Ar, mais la question qui se pose est de savoir pourquoi la redevance n'est-elle pas payée par les collecteurs (selon la réglementation), mais par les bûcherons ?

4. Autres points

Un projet d'article de l'ouvrage de synthèse Hazavana a été rédigé, intitulé « Approvisionnement en biomasse ligneuse d'une centrale ERD à partir d'un massif à *Ziziphus mauritiana* : problèmes et questions en suspens » (**Voir Annexe 2**).

Enfin, un avant-projet de stage a été proposé, intitulé « Mise au point d'une méthode simplifiée de martelage et d'inventaire d'exploitation forestière, en vue de l'alimentation en bois-énergie d'une centrale électrique à biomasse » (**Voir Annexe 3**).



Photos 10 et 11 : La ressource en bois de Ziziphus est menacée par une exploitation anarchique.

5. Annexes

5.1 Annexe 1 : Termes de références de la mission

Commission des Communautés européennes

FACILITÉ ACP-UE POUR L'ENERGIE

ACTIONS DANS LES PAYS ACP

CONTRAT DE SUBVENTION

Projet : 9 ACP RPR 49 # 31

**Biomasse énergie pour la réduction de la pauvreté par l'électrification rurale
décentralisée à Madagascar**

Attributaire et responsable de la mise en œuvre

CIRAD, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

Campus international de Baillarguet TA 10/B

F – 34398 Montpellier cedex 5

Termes de références

Régis PELTIER, consultant en gestion forestière

Pour une mission d'étude sur : (i) les conditions d'approvisionnement en biomasse de la centrale de Manerinerina (respect du PAGS, prix, taxation, transports et autres paramètres) et (ii) rédaction d'un article de l'ouvrage de synthèse Hazavana.

Contexte de la mission

Les objectifs généraux du projet sont de contribuer à :

- la réduction de la pauvreté rurale et à l'amélioration des conditions de vie des populations dépendantes de la biomasse-énergie ;
- la valorisation durable des écosystèmes forestiers plantés et naturels de quatre régions de Madagascar aptes à fournir de la biomasse-énergie pour l'approvisionnement des équipements d'Electrification Rurale Décentralisée ;
- la généralisation l'ERD produite à partir de biomasse-énergie dans les zones rurales pauvres et isolées de Madagascar

L'objectif spécifique du projet selon la méthodologie proposée par le groupement et acceptée par l'Union Européenne et selon les détails contenus dans la description de l'action (annexe 1 du contrat UE – CIRAD) est l' :

- Amélioration de l'accès à l'énergie d'origine « biomasse » pour la population de six communes

Le projet part sur le postulat que :

- l'électrification rurale décentralisée fondée sur la biomasse et en particulier sur le bois, présente par rapport aux autres formes d'électrification rurale décentralisée (comme celles fondées sur la micro – hydraulique, sur le solaire ou sur l'énergie éolienne par exemple) un avantage comparatif majeur en terme de développement local et de réduction de la pauvreté.
- A l'effet (commun aux différents systèmes d'électrification rurale décentralisée) de réduction de la pauvreté et de développement local résultant directement de l'électrification et de l'accès à l'électricité, s'ajoute dans le cas de la biomasse un effet économique supplémentaire lié au développement d'une filière locale et d'une activité permanente pour assurer la gestion, l'exploitation et le transport de la biomasse jusqu'au site de production de l'électricité.

Après la prolongation par avenant le 8/04/2013 du contrat CIRAD – UE, AGMIN, fournisseur des équipements ERD sous contrat de l'ADER depuis le 6/09/2011 a assuré la commande de 2 moteurs vapeur PSI au Brésil et d'un ensemble chaudière + foyer auprès de la société malgache BIONERR.

La fabrication et l'installation du premier équipement dans la commune de Manerinerina s'est étendu sur une durée de près de 12 mois y compris les délais de transport, d'installation et de démarrage (assuré le 18/03/2014 en présence de PSI). La deuxième installation concerne la commune de Didy et doit être finalisée fin juin 2014.

Objectifs général

L'objectif de cette mission sera d'appuyer le projet à tirer tous les enseignements des conditions d'approvisionnement de la centrale de Manerinerina en biomasse ligneuse ou non par les fournisseurs (VOI ou non).

Objectifs spécifiques et activités

- A la suite des recommandations de la mission d'octobre 2013 et en relation avec le gestionnaire CASIELEC, les agents FOFIFA et CIRAD/DP, en charge du suivi de l'approvisionnement, il faut vérifier les conditions d'approvisionnement en biomasse de la centrale de Manerinerina, en particulier :
 - Le respect du PAGS par les bûcherons de Bedoa ;
 - Les prix et la taxation ;
 - L'organisation du transport du bois de la forêt au site de stockage puis à la centrale (suite réunion du 7/04/2014) ;
 - et autres paramètres
- rédaction du plan et d'un premier draft d'un article de l'ouvrage de synthèse Hazavana.
 - Approvisionnement en biomasse ligneuse d'une centrale ERD à partir d'un massif à Ziziphus sp. : problèmes et questions en suspens
- autres points à voir sur place

Activités et calendrier des tâches à réaliser

A l'issue de la mission, il est attendu du consultant

- un rapport de fin de mission détaillant le déroulement des travaux, réunions ainsi que les principales recommandations.
- Un rapport spécifique sur l'application du PAGS et l'organisation de l'approvisionnement
- le plan de l'article à insérer dans l'ouvrage Hazavana

Le consultant disposera de 6 jours de travail au total dont 6 jours à Madagascar.

L'intervention de l'expert est prévue du 12 au 18/05/2014.

Le planning prévisionnel est le suivant :

Planning prévisionnel mission Régis Peltier

Jours ouvrés	Jours calendaires	Date	Localisation ou déplacement	Activités
0	1	Dimanche 11	Départ Paris – Tana	Déplacement international
3	3	Lundi 12 au mercredi 14	Tana- Manerinerina	suivi exploitation respect PAGS et coupes
2	2	Jeudi 15 et vendredi 16	Manerinerina- Mahajanga et retour Tana	Visite DREF discussions sur respect PAGS et taxation et exploitation
1	1	Samedi 17	Tana	Réunion de débriefing avec équipe Cirad-BioWooED_Fofifa
0	1	Dimanche 18	Retour Montpellier	Déplacement international

Débriefing

- En fin de mission, le consultant présentera à l'équipe de la coordination nationale ainsi qu'aux partenaires, ses principaux constats et recommandations. Il disposera de 30 jours pour faire parvenir son rapport de mission

La durée forfaitaire de la prestation est 6 jours.

Vu pour accord, le ____16 mai 2014

Le chef de projet

Pierre Montagne

5.2 Annexe 2 : Premier draft d'un article de l'ouvrage de synthèse Hazavana

Titre : Approvisionnement en biomasse ligneuse d'une centrale ERD à partir d'un massif à *Ziziphus mauritiana* : problèmes et questions en suspens

Régis Peltier¹, Pierre Montagne¹, Norbert Razafindrianilana², Daniel Andriambolanoro², Serge Razafimahatratra³, Pierre Lépinay⁴ et Philippe Deleporte⁵

¹ : Cirad UR BSEF, ³ : ONG Partage, ² : Fofifa-Drfp ⁴ : AgroParisTech, ⁵ : Cirad-UMR Eco&sol

Résumé : Le projet Bioénergélec a pour objectif l'installation de centrales électriques à biomasse (bois, déchets agricoles, etc.), pour contribuer à l'électrification décentralisée et durable dans les campagnes malgaches. L'une d'entre elles a été installée dans la région semi-aride du Boeny, au Nord-Ouest du pays. Dans cette zone, les plaines alluviales ont été défrichées pour la culture du riz et l'élevage des zébus depuis plusieurs siècles. Cependant, depuis quelques décennies, la raréfaction des troupeaux due aux vols a permis à une espèce arborée exotique sahelienne, le *Ziziphus mauritiana*, probablement introduite pour la production de ses fruits (jujubes), de se développer sur les pâturages dégradés.

Alors que les écologues considèrent ce type d'arbres envahissants comme des pestes contre lesquelles il faut lutter, les agriculteurs de la commune de Manerinerina y voient une opportunité pour produire du bois. Celui-ci était déjà valorisé par la production de charbon de bois. L'arrivée du projet Bioenergielec ouvre d'autres possibilités.

Une étude a permis de mieux estimer le volume disponible et la productivité des peuplements. Il apparaît qu'il est tout à fait possible d'utiliser le bois de jujubier, pour fournir du travail, des revenus et du confort à la population. Lorsque la centrale aura réellement démarré, il sera possible d'adapter le niveau de prélèvement de bois (durée de rotation et quota) et le type de traitement (taillis régulier ou taillis-sous-futaie) pour, d'une part, fournir une production durable de bois et, d'autre part, limiter l'extension du *Ziziphus* au détriment des pâturages et d'espèces locales, comme *Terminalia mantaly*.

A ce jour, la concurrence entre charbonniers et exploitant de bois pour la centrale s'exerce dans les parties les plus facilement accessibles, ce qui laisse planer un souci sur la possibilité d'approvisionnement durable de la centrale à un prix concurrentiel par rapport au gas-oil. Pour garantir la survie économique de la centrale à biomasse, il faudra assurer son démarrage, trouver le bon taux de mélange entre bois /déchets agricoles et brisures de charbon, puis calculer les besoins minimaux annuels en bois de la centrale. Il faudra, ensuite, avec l'appui du service des Eaux et Forêts, de la Mairie et de la Gendarmerie, sécuriser une surface suffisante pour assurer cet approvisionnement. Cette zone devra être suffisamment proche de la centrale, pour que le coût du transport en charrette laisse le fonctionnement de la centrale à biomasse plus rentable que celui d'une centrale de puissance équivalente fonctionnant au gas-oil.

Mots clés : *Ziziphus mauritiana*, bio-énergie, foresterie communautaire, électrification rurale, contrôle des plantes invasives, Boeny, Madagascar

Introduction

Le projet BIOENERGELEC a pour objectif l'installation de centrales thermo-électriques biomasse vapeur pour assurer l'électrification rurale décentralisée de cinq communes rurales situées dans quatre régions de Madagascar (BIOENERGELEC 2009). Ces travaux sont réalisés par le CIRAD en relation avec ses partenaires de la recherche (FOFIFA) et du développement (ONG PARTAGE). L'approvisionnement de ces centrales est prévu à base d'un mélange de bois et de déchets agricoles ou forestiers. Pour quatre d'entre elles, le bois proviendra de plantations d'eucalyptus. A Manerinerina, la centrale qui a été installée début 2014 sera approvisionnée par du bois de *Ziziphus mauritiana* (jujubier).

Déjà, en 1950, A. AUBREVILLE estimait que cette espèce africaine sahélienne avait été naturalisée très anciennement à Madagascar où elle envahissait les terrains dégradés. A la suite de A. CHEVALIER, il avançait que ces jujubiers furent cultivés, dans un lointain passé, alors même que la culture des céréales n'était pas partout réalisée, cette domestication très ancienne expliquant leur vaste dispersion à travers le Monde (Asie tropicale, Indo-Malaisie, Océanie, Australie, Mascareignes, Caraïbes, etc.). Cette dispersion et le caractère souvent invasif de l'espèce sont maintenant universellement reconnus (ISSG, 2007).

Dans la région Boeny, CARRO (2011) signale que le jujubier se multiplie spontanément depuis les années 1970. C'est un arbre de petite taille qui colonise les pâturages et les savanes via une dispersion très efficace par endozoochorie (PRASAD *et al.*, 2004), favorisée par l'importance du pâturage des zébus dans ces formations végétales. Le jujubier rejette de souche et la productivité des taillis de jujubier en fait une source importante de biomasse. Il offre ainsi une source de biomasse importante pour les populations locales (DURRIEU, 2007 ; GESFORCOM, 2008).

L'approvisionnement de la centrale de Manerinerina en biomasse devait être organisé en relation avec le VOI de Bedoa. Celui-ci bénéficie depuis 2002 d'un contrat de transfert de gestion pour la production de charbon de bois en application de la loi GELOSE. Il est donc contractuellement responsable de l'ensemble du massif délimité et cartographié dans la PAGS. Ce contrat a été renouvelé en 2006 par l'administration régionale chargée des forêts. La surface délimitée est de 750 ha au sud-ouest de la commune. Un quota maximum annuel de production et de commercialisation de 52 tonnes de charbon de bois est autorisé et permet une valorisation économique de cette ressource naturelle renouvelable. L'approvisionnement de la centrale en bois de jujubier permettra de donner aux bûcherons une autre possibilité de valorisation qui limitera le travail fourni par non carbonisation.

La consommation estimée de la centrale est de 400 tonnes de biomasse ligneuse sèche par an. Faute de données suffisamment fiables, RANDRIANJAFY *et al.* (2011), avaient estimés, « à dire d'experts », la productivité moyenne des peuplements de jujubier de la zone à 3 m³/ha/an et la surface des peuplements de jujubiers du VOI de Bedoa à 750 ha. Ils en avaient déduit que la productivité moyenne du massif pouvait être estimée à 2 250 m³/an. A leur avis, ceci était suffisant pour couvrir d'une part le quota de charbon (4000 sacs de 13 kg = 52 T), soit l'équivalent de 312 T de bois ou de 480 m³/an de

bois ; et, d'autre part, les besoins théoriques maxima de la centrale, si elle ne marchait qu'au bois, à savoir 400 T/an, ou environ 600 m³/an de bois (environ 1000 stères).

De son côté, l'ONG PARTAGE estimait les stocks de biomasse entre 11 et 45 m³/ha. Un rapport plus récent estimait ce stock à 17,4 m³/ha en moyenne sur la zone (DURRIEU, 2007). Ce stock de biomasse est très variable dans l'espace à fine échelle avec des coefficients de variation du volume de bois très importants entre les placettes d'inventaires (112% pour des placettes de 600 m²). Les inventaires de l'ONG PARTAGE présentent un nombre de placettes trop faible et donc une incertitude trop importante pour être précis (de l'ordre de $\pm 40\%$ en volume)

Pour préciser ce potentiel de production en biomasse bois, une étude a été réalisée en 2012 (LEPINAY, 2012). Le but était de déterminer si la surface allouée à la centrale serait suffisante et si la concurrence entre les usages de biomasse de jujubier (entre charbon de bois et bois) risquait de porter préjudice à l'alimentation en biomasse de la centrale. Il s'agissait également de déterminer le quota annuel de prélèvement du bois de jujubier qui correspondrait à la potentialité de production des peuplements actuels.

Matériels et méthodes

La première étape de cette étude fut de cartographier les peuplements de jujubiers à partir d'images satellitales.

Il fallut ensuite déterminer une équation allométrique (tarif de biomasse) pour calculer la masse de bois d'un individu à partir de mesures simples de terrain. Pour cela, il a été nécessaire de différencier les individus de franc-pied des individus issus de cépées afin de déterminer si ce facteur avait un impact significatif sur le tarif. Les caractéristiques de l'individu ont été mesurées et toutes ses tiges ont été abattues puis tronçonnées et pesées à l'aide de dynamomètres. Les premières mesures ont montré que les meilleurs tarifs étaient des tarifs par individus, qui font le lien entre la surface terrière de l'ensemble des tiges de l'individu et la biomasse. Ces tarifs furent utilisés par la suite pour les calculs de stock et ceux de productivité. Lors de la réalisation de ces tarifs, une soixantaine d'échantillons de bois ont été récoltés à la base des tiges coupées. L'étude de ces échantillons a permis l'étude des caractéristiques du bois de jujubier.

L'inventaire de biomasse fut réalisé selon un inventaire systématique non stratifié basé sur un maillage unique de placettes de 600 m² sur lesquelles toutes les tiges d'élément ligneux de circonférence supérieure à 7 cm ont été mesurées. Ce choix de la circonférence de précomptage correspond à la circonférence minimale à laquelle un charbonnier exploite une tige pour l'intégrer à la meule de charbon.

La productivité du milieu n'était pas non plus connue avec assez de précision. Mais cette estimation faisait face à plusieurs problèmes de méthode. Premièrement, il existe encore peu de taillis de jujubiers dont l'âge de coupe est connu avec certitude, dans la région, et donc peu de parcelles sur

lesquelles mesurer cette productivité. De plus, la zone prévue pour l’approvisionnement de la centrale était encore un peuplement de francs-pieds. Il n’était donc pas possible d’évaluer la productivité de taillis directement sur la zone. La mesure de productivité a donc été réalisée sur la parcelle voisine dans le VOI de Bedoa. Sur cette parcelle, la production de charbon est régulée depuis 2006. Il est donc théoriquement possible d’évaluer la productivité moyenne du taillis sur les espaces déjà coupés dans le VOI.

La rotation du taillis de jujubier est prévue pour durer environ dix ans (DURRIEU, 2007). Du fait de l’absence de taillis âgés de plus de six ans dans le VOI de Bedoa, des données supplémentaires ont été recueillies dans le VOI Ambatoloaka à Tsaramandroso. Ces peuplements de taillis plus âgés permettent de mieux calibrer le modèle à 10 ans. Avec les données de Manerinerina et celles de Tsaramandroso, ce sont 313 cépées de jujubier qui ont été mesurées.

Une fois le modèle réalisé, celui-ci fut utilisé pour prédire la production future des jujubiers relevés lors de l’inventaire de biomasse sur la parcelle d’approvisionnement. Il fut ainsi possible de modéliser la production future du taillis de jujubier sur chacune des placettes de l’inventaire.

Résultats

Surface des peuplements

La surface des peuplements de jujubier a été estimée à 600 ha sur le VOI de Bedoa

Tarif de biomasse

Les tarifs de biomasse les plus précis, que ce soit pour les cépées ou pour les franc-pieds, prennent en compte la surface terrière à 1,30m de l’ensemble de l’individu. Les tarifs réalisés pour chacune de ces catégories sont très proches. Un tarif de biomasse commun est donc construit à partir de l’ensemble des données disponible:

$$\text{biomasse fraîche (kg)} = 6910 \times g(1m30)^{1,22} (p < 0,001)$$

Où : biomasse.fraîche est la biomasse de l’ensemble de l’individu, toutes tiges comprises, en kilogrammes,

g est la surface terrière de l’ensemble de l’individu, toutes tiges comprises.

Données xylologiques

A partir des échantillons de bois, l’étude des caractéristiques de base du bois de jujubier donne les résultats suivants, valables pour du bois de rejet d’une circonférence inférieure à 50 cm, en considérant une humidité sèche de 12 % :

	moyenne	Incertitude bilatérale à 95%
Masse volumique fraîche (kg.m ⁻³)	969	13
Rapport masse sèche/masse fraîche	0,774	0,007

Densité	0,750	0,013
---------	-------	-------

Résultats d'inventaire

Après réalisation des placettes, il apparaît que seulement une partie de la parcelle est réellement occupée par le jujubier. Les autres parties sont soit couvertes de forêts denses ou de forêts alluviales où le jujubier est apparemment absent, soit totalement dépourvues d'arbres dans le cas de clairières ou de zones emblavées.

Sur l'ensemble des 126 placettes, il apparaît une très forte disparité du stock. La moyenne est de 4,9 tonnes de matière fraîche (tMF) par hectare, avec un écart type de 6,4 tMF/ha soit donc un coefficient de variation de 130 %.

Résultats de productivité

Le modèle de production individuel est donc construit à partir des données des cépées du peuplement voisin. Le modèle logarithmique qui correspond au mieux à la production réelle des cépées est le suivant :

$$\ln(g_{130}) = -3,07 + 0,690 \times \ln(g.souche) + 0,929 \times \ln(\hat{age}) - 0,312 \times Sely + 0,240 \times \ln(Tsimaranja) \quad (p < 0,001)$$

Où :

- g_{130} est la surface terrière prédite de l'ensemble des tiges de la cépée
- $g.souche$ est la surface de la section de la souche
- \hat{age} est l'âge de la cépée, c'est à dire le temps écoulé depuis la dernière coupe de taillis
- $Sely$ et $Tsimaranja$ sont des facteurs de présence-absence d'autres espèces ou groupes d'espèces ligneuses sur la placette où la cépée a été relevée, à savoir respectivement *Grewia spp.* et *Cordia myxa L.* Ils valent un en cas de présence de l'espèce, zéro sinon.

Une fois le modèle transformé, il s'écrit de cette manière :

$$g_{130} = 0,0464 \times g.souche^{0,690} \times \hat{age}^{0,929} \times e^{-0,312 \times Sely + 0,240 \times Tsimaranja} \quad (p < 0,001)$$

Discussion

Limites du modèle

Ce modèle est assez simple et ne reflète pas la grande diversité de facteurs qui influence la croissance du jujubier : conditions pédologiques, concurrence entre individus pour la lumière, pour l'eau, concurrence avec d'autres essences, microtopographie, abrouissement, maladies, mais aussi caractéristiques génétiques de chaque jujubier. Cet ensemble de freins est inhérent à la réalisation d'une étude de productivité qui se base sur la production de chaque cépée.

Une étude sur des taillis d'âge de coupe bien réglés serait beaucoup plus précise. Cela permettrait d'étudier la production par unité de surface, de multiplier les données, et de disposer d'un jeu de données plus équilibré. Mais cela implique l'organisation d'un réseau d'étude difficile à mettre en place, dans des peuplements où la mise sous cloche modifie fortement la dynamique réellement en jeu (CLEMENT 1982).

Conséquences pour l'usage des ressources dans le VOI de Bedoa

En appliquant le modèle de productivité à tout le peuplement de jujubier sur une surface de 600 ha, il est possible d'estimer la productivité de l'ensemble du VOI entre 620 et 790 tMS par an.

Or, un calcul de consommation de biomasse ligneuse liée à la fabrication de charbon, dans l'hypothèse d'une production de 4000 sacs de 13 kg par an par carbonisation améliorée (MONTAGNE *et al.*, 2010), est de 312 tMS par an. Si la consommation en bois de la centrale est limitée à 300 tMS/an et s'ajoute à la consommation de biomasse pour le charbonnage, alors la consommation de biomasse de jujubier par ces deux activités atteint 612 tMS/an, chiffre proche du seuil minimal estimé de productivité du milieu. Si la centrale ne fonctionne qu'avec du bois et consomme 400 tMS/an, la consommation pour les deux activités s'élève à 712 tMS/an et se rapproche du seuil maximal estimé de productivité. La réalisation de ces deux activités est donc théoriquement possible sur le VOI. Cependant, en cas de plus forte exploitation du milieu (dépassement des quotas, exploitation illégale, consommation de la centrale plus forte), il sera nécessaire de prélever la biomasse ligneuse destinée à la centrale à l'extérieur du VOI de Bedoa. Il est intéressant de voir que comme les méthodes de carbonisation améliorée sont utilisées dans le secteur, la consommation de biomasse destinée à la production charbon de bois est limitée (MONTAGNE *et al.*, 2010).

Par sécurité, il sera recommandé de n'utiliser que 300 tMS de bois par an pour la centrale, le complément de biomasse (100 tMS/an) étant constitué de déchets agricoles (coques de maïs, balle de riz).

La surface requise pour alimenter la centrale avec 300 tMS/an de bois se situe entre 257 et 434 ha.

Cependant, à la fin mai 2014, la concurrence entre charbonniers et exploitant de bois pour la centrale s'exerce dans les parties les plus facilement accessibles, ce qui laisse planer un souci sur la possibilité d'approvisionnement durable de la centrale à un prix concurrentiel par rapport au gas-oil. Pour garantir la survie économique de la centrale à biomasse, il faudra assurer son démarrage, trouver le bon taux de mélange entre bois /déchets agricoles et brisures de charbon, puis calculer les besoins minimaux annuels en bois de la centrale. Il faudra, ensuite, avec l'appui du service des Eaux et Forêts, de la Mairie et de la Gendarmerie, sécuriser une surface suffisante pour assurer cet approvisionnement. Cette zone devra être suffisamment proche de la centrale, pour que le coût du transport en charrette laisse le fonctionnement de la centrale à biomasse plus rentable que celui d'une centrale de puissance équivalente fonctionnant au gas-oil.

Conclusion

Les données de disponibilité établies lors de cette étude sont inférieures aux estimations qui ont servi lors de la définition du projet. Les quantités de biomasse nécessaires à l’approvisionnement durable de la centrale, ajoutées aux quantités requises pour la production du quota de charbon de bois par le VOI sont proches du plafond de production du milieu. Il est donc préférable que l’exploitation du milieu pour la centrale n’excède pas les 300 tonnes de matière sèche par an, dans l’hypothèse d’une exploitation limitée au quota de production de charbon de bois dans le reste du VOI, et par la méthode de carbonisation améliorée.

Mais l’incertitude demeure très importante sur les données établies ici. La forte variabilité intrinsèque du milieu et l’absence de suivi sur le long terme de la production de ces taillis de jujubier réduisent la précision de ces résultats. Il s’agirait pourtant d’un prérequis très utile pour la gestion des taillis de *Ziziphus*, qui sont des sources importantes de biomasse ligneuse dans le Boeny.

Lorsque la centrale fonctionnera, il sera possible d’adapter le niveau de prélèvement de bois (durée de rotation et quota) et le type de traitement (taillis régulier ou taillis-sous-futaie) pour, d’une part, fournir une production durable de bois et, d’autre part, limiter l’extension du *Ziziphus* au détriment des pâturages et d’espèces locales, comme *Terminalia mantaly*.

Références

AUBREVILLE, A., 1950. Flore forestière soudano-guinéenne. Société d’éditions maritimes et coloniales. Paris, France, 523 p.

BIOENERGELEC, 2009. Biomasse énergie pour la réduction de la pauvreté par l’électrification rurale décentralisée, Un projet pilote pour six communes de Madagascar, Antananarivo: CIRAD, ONG PARTAGE, FOFIFA, ADER.

CARRO, A., 2011. Analyse des effets du transfert de gestion de la forêt sur le système agraire à Madagascar. AgroParisTech, Paris, France..

CLEMENT, J., 1982. Estimation des volumes et de la productivité des formations mixtes forestières et graminéennes tropicales. Données concernant les pays de l’Afrique francophone au nord de l’Equateur et recommandations pour la conduite de nouvelles études. Bois et forêt des Tropiques, (198), p.35-58.

DURRIEU de MADRON, L., 2007. Elaboration des plans d’aménagement forestiers communautaires pour la production de bois énergie et de raphia et leur intégration dans des plans d’aménagement forestier communaux des communes d’intervention dans le Boeny, Antananarivo: Durrieu de Madron.

GESFORCOM, 2008. Schéma d’aménagement forestier intercommunal du Boény (SAFIBO), Antananarivo: ONG PARTAGE.

ISSG, 2007. ISSG Database: Ecology of *Ziziphus mauritiana*. Invasive Species Specialist Group (ISSG). <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=214> [Consulté septembre 2, 2012].

LEPINAY P., 2012. Evaluation de la disponibilité en biomasse dans une savane arborée à jujubier (*Ziziphus mauritiana* Lam.) du district d'Ambato-Boeny, Madagascar. Mémoire d'ingénieur forestier GEEFT, AgroParisTeh, Montpellier, France. 67 p.

MONTAGNE, P., RAZAFIMAHATRATRA, S., RASAMINDISA, A. & RAZAFINDRAVOLA, J.V., 2010. Arina : le charbon de bois à Madagascar : entre demande urbaine et gestion durable, Antananarivo: CIRAD.

PRASAD, S., R. CHELLAM, J. KRISHNASWAMY, AND S. P. GOYAL. 2004. Frugivory of *Phyllanthus emblica* at Rajaji National Park, north-west India. Curr. Sci. 87: 1188–1190.

RANDRIANJAFY H., RAZAFINDRIANILANA N., CHAIX G., PELTIER R., 2011. Compte-rendu de mission : Contribution à l'élaboration d'un schéma communal d'approvisionnement en biomasse ligneuse pour les centrales à vapeur thermoélectriques des communes de Fanjahira (Boeny), Mahaditra et Befeta (Haute Matsiatra), Didy (Haut Mangoro), Manerinerina (Boeny), afin de déterminer les conditions d'approvisionnement en biomasse, notamment ligneuse. Projet Bioenergelec-Fofifa-Cirad, Antananarivo, Madagascar, 28 p.

5.3 Annexe 3 : Sujet de stage « Mise au point d'une méthode simplifiée de martelage et d'inventaire d'exploitation forestière, en vue de l'alimentation en bois-énergie d'une centrale électrique à biomasse »

CONTEXTE

Au cours de la mission de Régis Peltier et Norbert Razafindrianilana en mai 2014 (Voir Rapport), et vu les erreurs d'estimation sur le volume exploitable faites sur la première parcelle délimitée sur le VOI Lovasoa de Bedoa, il nous a semblé nécessaire de mettre au point une méthode simplifiée de martelage et d'inventaire d'exploitation forestière, en vue de l'alimentation en bois-énergie de la centrale électrique à biomasse de Manerinerina.

OBJECTIFS

Objectifs généraux

Mettre au point une méthode qui permettrait aux membres d'un VOI de faire un martelage doublé d'un inventaire d'une zone destinée à l'exploitation, puis d'en estimer de façon très simple le volume de bois récoltable en stères. Lorsque la somme des zones inventoriées atteindrait le volume souhaité pour une année, la zone serait cartographiée et un permis d'exploitation serait demandé à l'administration forestière.

Objectifs spécifiques

Il faudrait donc, au préalable, mettre au point **deux tarifs de cubage** à une seule entrée :

- **le premier concernerait les arbres de franc-pied**, l'entrée serait la classe de circonférence (classe 10 = circ. de 5 à 15 cm, classe 20 = circ. de 15 à 25 cm, etc.) mesurée à 30 cm du sol et la sortie le volume récoltable en stère (par exemple, un arbre de 88 cm de circ. serait en classe 90 et on noterait sa production récoltée de tronçons de bois de 1 m de long, de diamètre au fin bout supérieur à 3 cm, ce qui donnerait, par exemple 0,72 st) ;
- **le second tarif concernerait les taillis**, mais comme ceux-ci sont très hétérogènes, coupés à des hauteurs différentes, ayant souvent subi des coupes furetées d'intensité variées, etc., nous pensons qu'il faut travailler **par brin de taillis exploitable** (diam à la base supérieur à 10 cm), dont on noterait comme entrée la circonférence à la hauteur supposée de coupe ; le volume étant également noté en stère (ce qui nécessiterait peut être, un calcul intermédiaire en m³), par exemple, un brin de 42 cm de circonférence à la base, serait en classe 40 et aurait un volume de 0,05 st.

Les deux courbes de corrélation (Vol en st = f(Circ)) permettraient **d'établir un tableau**, facile à photocopier, que le responsable de l'inventaire remplirait tous les soirs, pour calculer le volume de bois martelé dans la journée.

ACTIVITES

ETABLIR :

- les deux tarifs ; Il faudrait donc faire les mesures de diamètre et de volume récolté sur au moins 30 francs-pieds et 30 brins de taillis, puis établir les tarifs ;
- les courbes de corrélation ;
- le tableau de calcul du volume.

Organiser l'inventaire qui se ferait en virée de 5 à 8 « marteleurs-inventoristes », en général bûcherons, munis d'une machette ou équivalent et d'un mètre-ruban divisé en classe. Le pointeur muni d'un carnet, avec des pages pour les franc-pieds et des pages pour les brins de taillis, divisées en lignes correspondant à une classe exploitable, noterait le nombre d'individus marqués à la machette et mesurés par les marteleurs. Ce pointeur dirigerait l'équipe suivant des itinéraires parallèles (par exemple plein nord, puis plein sud, etc., ce qui nécessiterait une boussole très simple.

Et en tirer un bref guide de terrain d'inventaire bilingue (français-malgache).

CONTRAINTES

Ce travail ne pourrait être réalisé que si la centrale démarre et si les coupes sont relancées. Un stagiaire pourrait effectuer ce travail, sous l'encadrement de Norbert et de Régis. Mais la période ne pourra être fixée définitivement, qu'après mise en route durable de la centrale.

Le technicien de la centrale, pourrait participer à ces martelages, puisque sa société Casielec est directement concernée et parce qu'il a un niveau suffisant pour traiter les données.

Un des avantages du martelage est qu'il montre aux contrevenants que l'arbre a été approprié, ce qui peut les retenir de le couper.

DUREE

Octobre 2014 à Avril 2015

LIVRABLES

- Rapport de terrain
- Document de mémoire soutenu

CALENDRIER

	Avril 2014-Avril 2015						
ACTIVITES	Avril- Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Bibliographie							
Elaboration du plan de recherche							
Visite de reconnaissance et Préparation dispositifs de collecte de données							
Mesures de diamètre et de volume récolté. Etablissement des tarifs et des tables							
Organisation de l'inventaire, calcul de volumes et draft du guide d'inventaire							
Analyse et traitement données suivi de la Rédaction							
Soutenance							
Finalisation							

5.4 Annexe 4 : Schéma du dispositif d'alimentation de la chaudière en balle de riz

